

居家运动康复对不同程度冠状动脉血运重建患者心肺功能的影响

曹亚楠¹ 厉运凤² 李福海³ 张继东³

(1 青岛大学医学部,山东 青岛 266071; 2 青岛大学附属医院心电图诊断科; 3 青岛大学附属医院心血管内科)

[摘要] **目的** 探究居家运动康复对不同程度冠状动脉血运重建患者心肺功能的影响。**方法** 从心脏康复中心数据库中选择 2020 年 9 月—2022 年 9 月确诊为急性冠脉综合征并行经皮冠状动脉介入治疗,术后行居家运动康复的患者 93 例。依据剩余 syntax 评分(rSS)将患者分为 rSS<8 分组 51 例和 rSS≥8 分组 42 例。采用心肺功能运动试验(CPET)评估心肺功能,比较两组患者居家运动康复前及居家运动康复 6 个月后 CPET 参数的变化。**结果** 居家运动康复 6 个月后,两组患者无氧阈时的氧摄入量(VO_2 at AT)、峰值氧摄入量(VO_2 at peak)、无氧阈时的氧脉率(VO_2/HR at AT)、峰值氧脉率(VO_2/HR at peak)较居家运动康复前升高,差异均有显著性($t = -2.953 \sim -5.483, P < 0.05$)。两组患者居家运动康复前后无氧阈时的二氧化碳通气效率(VE/VCO_2 at AT)的差值、峰值二氧化碳通气效率(VE/VCO_2 at peak)差值比较差异有显著性($Z = -2.046, -2.206, P < 0.05$)。**结论** 居家运动康复可以改善经皮冠状动脉介入治疗术后急性冠脉综合征患者的心肺功能,且居家运动康复对 rSS≥8 分的患者心功能获益更显著。

[关键词] 心脏康复;急性冠状动脉综合征;经皮冠状动脉介入治疗;心脏功能试验;呼吸功能试验;剩余 syntax 评分

[中图分类号] R542.2;R540.4

[文献标志码] A

Effect of home exercise rehabilitation on cardiopulmonary function in patients with varying degrees of coronary revascularization CAO Ya'nan, LI Yunfeng, LI Fuhai, ZHANG Jidong (Faculty of Medicine, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

[ABSTRACT] **Objective** To investigate the effect of home exercise rehabilitation on cardiopulmonary function in patients with varying degrees of coronary revascularization. **Methods** A total of 93 patients who were diagnosed with acute coronary syndrome and underwent percutaneous coronary intervention from September 2020 to September 2022 and received home exercise rehabilitation were selected from the database of Cardiac Rehabilitation Center. According to the residual syntax score (rSS), the patients were divided into rSS<8 group with 51 patients and rSS≥8 group with 42 patients. The cardiopulmonary function exercise test (CPET) was used to evaluate cardiopulmonary function, and the two groups were compared in terms of the changes in CPET parameters after 6 months of home exercise rehabilitation. **Results** After 6 months of home exercise rehabilitation, both groups had significant increases in oxygen uptake at anaerobic threshold, peak oxygen uptake, oxygen pulse rate at anaerobic threshold, and peak oxygen pulse rate ($t = -2.953 \sim -5.483, P < 0.05$). There were significant differences in the changes of carbon dioxide ventilation efficiency at anaerobic threshold and peak carbon dioxide ventilation efficiency after home exercise rehabilitation between the two groups ($Z = -2.046, -2.206, P < 0.05$). **Conclusion** Home exercise rehabilitation can improve the cardiopulmonary function of patients with acute coronary syndrome after percutaneous coronary intervention and bring more benefits for cardiac function in patients with rSS≥8.

[KEY WORDS] Cardiac rehabilitation; Acute coronary syndrome; Percutaneous coronary intervention; Heart function tests; Respiratory function tests; Residual syntax score

急性冠脉综合征(acute coronary syndrome, ACS)是一组由急性心肌缺血引起的临床综合征,冠状动脉内不稳定的粥样斑块破裂或糜烂引起血栓形成是 ACS 发病的主要病理基础。经皮冠状动脉介入(PCI)治疗可开通罪犯血管,但仍会有部分非罪犯血管的存在,冠状动脉存在不同程度的血运重建

的问题。心脏康复是指应用药物处方、运动处方、营养处方、心理处方及戒烟限酒处方综合干预心血管疾病危险因素,为心血管疾病患者在急性期、恢复期及维持期提供生理和心理支持,从而降低再发心血管不良事件风险,尽早使患者恢复体力并且回归社会^[1-3]。但由于受种种因素的影响,患者医院内心脏康复的参与率较低,依从性较差^[4-5],因此居家运动康复应运而生。在我国居家运动康复体系尚不完善,对血运重建程度不同患者的心肺功能的获益尚

[收稿日期] 2024-01-29; **[修订日期]** 2024-04-08

[基金项目] 山东省自然科学基金(ZR2022QH284)

[通讯作者] 张继东,Email:18661801566@163.com

不明确。为了促进我国居家运动康复的发展,本研究选取 PCI 术后行居家运动康复的 ACS 患者,以心肺功能运动试验(CPET)作为评估心肺功能的方法,评估居家运动康复对 PCI 术后不同程度冠状动脉血运重建的 ACS 患者心肺功能的影响。

1 对象和方法

1.1 研究对象

从心脏康复中心数据库中选择 2020 年 9 月—2022 年 9 月确诊为 ACS 并行 PCI 治疗,且术后行居家运动康复的患者 93 例。纳入标准:①冠心病患者运动危险分层为低、中危的患者;②居家运动康复处方的制定依据《冠心病心脏康复基层指南》^[6];③居家运动康复前及居家运动康复 6 个月均通过 CPET 进行了心肺功能评估;④每月心脏康复中心复诊至少 1 次。排除标准:①诊断为 ACS 行冠状动脉旁路移植术者;②伴有哮喘、慢性阻塞性肺病、肺气肿等肺部疾病者;③年龄大于 80 岁者;④存在运动禁忌或不能耐受运动者;⑤临床资料不全者。

1.2 研究方法

收集所有患者的冠状动脉造影检查结果,并依据同一名经验丰富的医师计算的剩余 syntax 评分(rSS)分为 rSS<8 分型和 rSS≥8 分型。收集所有患者居家运动康复前及居家运动康复 6 个月后 CPET 参数,包括无氧阈时的氧摄取量(VO_2 at AT)、峰值氧摄取量(VO_2 at peak)、无氧阈时的氧脉率(VO_2/HR at AT)、峰值氧脉率(VO_2/HR at peak)、无氧阈时的二氧化碳通气效率(VE/VCO_2 at AT)以及峰值二氧化碳通气效率(VE/VCO_2 at peak)。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用两独立样本 t 检验,同一组居家运动前后指标的比较采用配对样本 t 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,两组间比较采用秩和检验。定性资料以率表示,两组间比较采用卡方检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者的基本资料

所有患者中,rSS<8 分型 51 例,rSS≥8 分型 42 例。两组患者的年龄、性别、体质指数(BMI)、吸烟史、高血压发病情况、糖尿病发病情况、高脂血

症发病情况及阿司匹林、 β 受体阻滞剂、他汀类、硝酸酯类药物服用史以及冠状动脉支架数量、右冠状动脉病变情况比较,差异均无显著性($P > 0.05$)。两组患者的前降支病变情况、回旋支病变情况比较,差异均有显著统计学意义($\chi^2 = 7.051, 8.842, P < 0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者的基本资料比较

指标	rSS<8 分型 (n=51)	rSS≥8 分型 (n=42)	t/χ^2	P
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	58.24±11.15	58.33±9.31	-0.045	0.964
男[例(X/%)]	38(74.50)	31(73.80)	0.006	0.939
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	24.30±2.56	24.72±2.56	-0.777	0.439
吸烟史[例(X/%)]	20(39.20)	20(47.60)	0.664	0.415
高血压[例(X/%)]	29(56.90)	24(57.10)	0.001	0.978
糖尿病[例(X/%)]	16(31.40)	16(38.10)	0.461	0.497
高脂血症[例(X/%)]	11(21.60)	3(7.10)	3.748	0.053
阿司匹林服用情况 [例(X/%)]	48(94.10)	39(92.90)	0.061	0.805
β 受体阻滞剂服用情况 [例(X/%)]	38(74.50)	31(73.80)	0.006	0.939
他汀类药物服用情况 [例(X/%)]	50(98.00)	42(100.00)	0.832	0.362
硝酸酯类药物服用情况 [例(X/%)]	12(23.50)	12(28.60)	0.306	0.580
病变部位[例(X/%)]				
前降支	41(89.39)	23(54.76)	7.051	0.008
回旋支	6(11.76)	16(38.09)	8.842	0.003
右冠状动脉	18(35.29)	18(42.85)	0.555	0.456
冠状动脉支架数量[例(X/%)]				
1 个	32(62.74)	19(45.24)	2.850	0.091
2 个	13(25.49)	12(28.57)	0.111	0.739
≥3 个	6(11.76)	11(26.19)	3.209	0.073

2.2 两组患者居家运动康复前后 CPET 参数比较

rSS<8 分型患者中,与居家运动康复前比较,居家运动康复后的 VO_2 at AT、 VO_2 at peak、 VO_2/HR at AT 以及 VO_2/HR at peak 均显著增高($t = -3.078 \sim -4.489, P < 0.05$), VE/VCO_2 at AT、 VE/VCO_2 at peak 居家运动康复前后比较差异无显著性($P > 0.05$)。rSS≥8 分型患者中,居家运动康复后 VO_2 at AT、 VO_2 at peak、 VO_2/HR at AT、 VO_2/HR at peak 较居家运动康复前显著增高($t = -2.953 \sim -5.483, P < 0.05$),而 VE/VCO_2 at AT 较居家运动康复前显著下降($t = 2.914, P < 0.05$), VE/VCO_2 at peak 居家运动康复前后比较差异无显著性($P > 0.05$)。两组患者居家运动康复前后 VE/VCO_2 at AT、 VE/VCO_2 at peak 的差值比较,差异具有显著性($Z = -2.046, -2.206, P < 0.05$), VO_2 at AT、 VO_2 at peak、 VO_2/HR at AT、 VO_2/HR at peak 差值比较,差异无显著性($P > 0.05$)。见表 2。

表 2 两组患者居家运动康复前后 CPET 参数的比较

组别	VO ₂ at AT(<i>q_v</i> /mL·min ⁻¹)			VO ₂ at peak(<i>q_v</i> /mL·min ⁻¹)			VO ₂ /HR at AT		
	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)
rSS<8 分组	0.80±0.27	0.90±0.29	0.11(-0.02,0.18)	1.17±0.33	1.30±0.39	0.15(0.01,0.29)	8.01±2.22	9.10±2.31	1.00(0.00,2.00)
rSS≥8 分组	0.82±0.21	0.99±0.29	0.18(-0.01,0.34)	1.22±0.36	1.39±0.39	0.15(0.00,0.39)	8.16±1.95	9.74±2.39	1.90(0.85,2.93)

组别	VO ₂ /HR at peak			VE/VCO ₂ at AT			VE/VCO ₂ at peak		
	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)	运动前 ($\bar{x} \pm s$)	运动后 ($\bar{x} \pm s$)	差值 <i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅)
rSS<8 分组	9.94±2.34	10.90±2.91	1.00(-0.30,2.00)	31.63±4.67	31.59±4.19	0.00(-2.00,2.00)	32.03±4.92	32.28±4.59	0.00(-1.80,3.00)
rSS≥8 分组	9.86±2.69	10.91±2.49	1.25(0.00,3.00)	32.07±4.69	30.77±3.84	-1.00(-4.00,0.00)	33.16±4.86	32.02±4.87	-1.50(-4.00,0.78)

3 讨 论

2022 年中国心血管健康与疾病报告指出,中国心血管疾病的发病率和死亡率仍呈上升趋势,农村和城市心血管疾病死亡人数占比分别为 48.00%和 45.86%,在城乡居民死亡比例中居首位^[7]。PCI 可以开通狭窄血管,但无法抑制冠状动脉粥样硬化的进展,PCI 术后患者仍存在运动耐量下降、心功能不全、再发心肌梗死的可能^[8-9]。LI 等^[10]研究发现,部分行 PCI 的患者在 CPET 表现出运动耐量的下降。GU 等^[11]对 3 910 例行 PCI 且既往无心功能不全病史的冠状动脉疾病患者随访 63 个月,结果显示,其中 497 例患者出现了新发心力衰竭。因此,PCI 术后的心脏康复对提高患者远期生活质量至关重要。LI 等^[12]将 PCI 和 PCI 联合心脏康复的患者进行对比,发现 PCI 联合心脏康复可以改善患者的左心室射血分数,提高运动耐量,降低心绞痛发作及冠状动脉再狭窄的风险。受性别、年龄、交通、文化水平、冠心病史等众多因素的影响,目前我国医院内心脏康复的参与率低、依从性差^[13-14],与医院内心脏康复相比,居家运动康复患者的依从性好,可以改善患者心肺健康,同时患者心血管不良事件发生率无显著增加^[15]。PCI 通常涉及不同程度的冠状动脉血运重建,rSS 是一种系统的血管造影评分,可以将血运重建程度量化^[16]。TAKAHASHI 等^[17]研究发现,与 rSS=0 分的患者比较,rSS>8 分的患者 10 年全因死亡率的风险较前明显增加。目前居家运动康复对不同程度冠状动脉血运重建的 ACS 患者心肺功能的获益尚不明确。

CPET 是一种无创性评估试验,通过监测运动过程中的氧气、二氧化碳气体交换参数,及血压、心率等生命体征,全面客观地反映心功能受损程度及心肺功能储备、预后情况。VO₂ at peak 是最大运动耐量状态下的氧取量,反映人体供氧能力的水平,是

评估心肺功能的金标准^[18],与 PCI 术后仅药物治疗的 ACS 患者相比,药物治疗联合心脏康复的患者峰值氧摄取量显著提高^[19]。VO₂/HR 代表心脏每一次搏动时的氧气输送量,VO₂ at peak 和 VO₂/HR at peak 是心血管疾病患者全因死亡率的重要的预测因子^[20]。在本研究中,rSS<8 分组和 rSS≥8 分组的患者,在居家运动康复以后 VO₂ at AT、VO₂ at peak、VO₂/HR at AT、VO₂/HR peak 均较居家运动康复前显著增高,表明居家运动康复可以改善患者的心肺功能,同时居家运动康复可以降低心血管不良事件发生率,改善 ACS 患者的远期预后。VE/VCO₂可以反映运动期间肺通气效率与肺死腔通气量的变化。ESER 等^[21]研究发现,与无左心室功能障碍的患者相比,静息状态下左心功能障碍的患者 VE/VCO₂约增高 14%,心脏康复后伴有左心室功能障碍的患者,VE/VCO₂的下降幅度明显,呼吸模式的异常可能是左心室功能障碍的早期临床表现。既往有研究表明,依据 VE/VCO₂可以对心力衰竭患者进行危险分层,并且 VE/VCO₂具有评估心力衰竭患者预后的价值^[22]。本研究中 rSS<8 分组和 rSS≥8 分组患者居家运动康复以后,VE/VCO₂ at AT、VE/VCO₂ at peak 均较康复前均显著下降,而且 rSS≥8 分组较 rSS<8 分组患者下降幅度更大,表明居家运动康复有利于 PCI 术后心功能的改善,并且 rSS≥8 分的患者心功能获益更显著。

综上所述,居家运动康复可以改善 PCI 术后 ACS 患者的心肺功能,提升患者的运动耐量,并且居家运动康复对 rSS≥8 分的患者心功能获益更显著。但本文为回顾性研究,无法确保患者对居家康复处方的依从性,是本研究的局限性。在未来的研究中,应充分考虑患者的个体差异和实际需求,制定具有针对性的康复计划,如通过定期随访、问卷调查等方式,全面评估患者的依从性,以便及时调整康复策略,提高康复效果。目前患者居家运动康复的参

与度偏低,未来可以考虑利用现代科技手段,如远程监控、智能康复设备等,提高患者居家康复的参与度和效果。

伦理批准和知情同意:本研究涉及的所有试验均已通过青岛大学附属医院医学伦理委员会的审核批准(文件号 QYFYWZLL28824)。受试对象或其亲属已经签署知情同意书。

作者声明:曹亚楠、张继东参与了研究设计;曹亚楠、厉运凤、李福海参与了论文的写作和修改。所有作者均阅读并同意发表该论文,且均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

[1] MESLET J B, DUGUÉ B, BRISSET U, et al. Evaluation of a hybrid cardiovascular rehabilitation program in acute coronary syndrome low-risk patients organised in both cardiac rehabilitation and sport centres: A model feasibility study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022,19(15):9455.

[2] JI H G, FANG L, YUAN L, et al. Effects of exercise-based cardiac rehabilitation in patients with acute coronary syndrome: A meta-analysis[J]. *Med Sci Monit*, 2019,25:5015-5027.

[3] THAKKER R, KHAN M, AL-HEMYARI B. Cardiac rehabilitation after hospitalization for acute coronary syndrome[J]. *Curr Cardiol Rep*, 2023,25(12):1699-1703.

[4] KANAOKA K, IWANAGA Y, NAKAI M, et al. Outpatient cardiac rehabilitation dose after acute coronary syndrome in a nationwide cohort[J]. *Heart*, 2022,109(1):40-46.

[5] ROCHA J A, AZEVEDO L F, FREITAS A, et al. Socioeconomic inequalities and predictors of cardiac rehabilitation referral: Real-world evidence[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2023, 102(11):1020-1028.

[6] 中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等.冠心病心脏康复基层指南(2020年)[J]. *中华全科医师杂志*, 2021,20(2):150-165.

[7] THE WCOTROCHADIC. Report on cardiovascular health and diseases in China 2022: An updated summary[J]. *Biomed Environ Sci*, 2023,36(8):669-701.

[8] LUTZ A H, DELLIGATTI A, ALLSUP K, et al. Cardiac rehabilitation is associated with improved physical function in frail older adults with cardiovascular disease[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2020,40(5):310-318.

[9] JEPMA P, JORSTAD H T, SNATERSE M, et al. Lifestyle modification in older versus younger patients with coronary artery disease[J]. *Heart*, 2020,106(14):1066-1072.

[10] LI Y, FENG X, CHEN B Y, et al. Retrospective analysis of exercise capacity in patients with coronary artery disease after percutaneous coronary intervention or coronary artery bypass graft[J]. *Int J Nurs Sci*, 2021,8(3):257-263.

[11] GU J, YIN Z F, XU Z J, et al. Incident heart failure in patients with coronary artery disease undergoing percutaneous

coronary intervention[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 727727.

- [12] LI T, JIANG H, DING J. The role of exercise-based cardiac rehabilitation after percutaneous coronary intervention in patients with coronary artery disease: A meta-analysis of randomised controlled trials[J]. *Acta Cardiol*, 2024,79(2):127-135.
- [13] WANG L Y, LIU J Y, FANG H Y, et al. Factors associated with participation in cardiac rehabilitation in patients with acute myocardial infarction: A systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Cardiol*, 2023,46(11):1450-1457.
- [14] 桂沛君,吴坚,史昊楠,等.急性心肌梗死患者经皮冠状动脉介入治疗后急性期心脏康复参与现状及影响因素研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2022,30(8):34-37,43.
- [15] ZHONG W, LIU R, CHENG H X, et al. Longer-term effects of cardiac telerehabilitation on patients with coronary artery disease: Systematic review and meta-analysis [J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2023,11:e46359.
- [16] LI C, LI J Y, FENG D J, et al. Holistic review and meta-analysis of independent impact of the residual SYNTAX score on prognosis in patients with acute coronary syndrome[J]. *Scand Cardiovasc J*, 2022,56(1):187-197.
- [17] TAKAHASHI K, SERRUYS P W, GAO C, et al. Ten-year all-cause death according to completeness of revascularization in patients with three-vessel disease or left main coronary artery disease: Insights from the SYNTAX extended survival study[J]. *Circulation*, 2021,144(2):96-109.
- [18] CAO R Y, ZHENG H C, HONG Y, et al. Cardiac rehabilitation with targeted intensity improves cardiopulmonary functions accompanying with reduced copeptin level in patients with coronary artery disease[J]. *J Cardiovasc Transl Res*, 2021,14(2):317-326.
- [19] DENG B Y, SHOU X L, REN A H, et al. Effect of aerobic training on exercise capacity and quality of life in patients older than 75 years with acute coronary syndrome undergoing percutaneous coronary intervention[J]. *Physiother Theory Pract*, 2022,38(9):1135-1144.
- [20] LAUKKANEN J A, ARAÚJO C G S, KURL S, et al. Relative peak exercise oxygen pulse is related to sudden cardiac death, cardiovascular and all-cause mortality in middle-aged men[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2018,25(7):772-782.
- [21] ESER P, MARCIN T, PRESCOTT E, et al. Breathing patterns and ventilatory efficiency in elderly cardiac patients with and without left ventricular dysfunction before and after exercise-based cardiac rehabilitation: The EU-CaRE study[J]. *Eur Heart J*, 2022,43(Supplement_2):ehac544.842.
- [22] VALENTIM GONCALVES A, PEREIRA-DA-SILVA T, SOARES R, et al. Prognostic value of VE/VCO₂ slope in overweight heart failure patients[J]. *Am J Cardiovasc Dis*, 2020,10(5):578-584.